

PENGHASILAN KARBON TERAKTIF DARIPADA BUANGAN PERTANIAN

Normah bt. Mulop dan Ramli bin Abd. Aziz
Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur.

Ku Halim bin Ku Hamid
Institut Teknologi Mara, Kuala Lumpur.

ABSTRAK

Karbon teraktif merupakan penyerap yang digunakan dengan meluas di dalam pelbagai bidang. Dua proses penting yang terlibat dalam penghasilan karbon teraktif adalah proses pengkarbonan dan pengaktifan. Loji pandu yang direkabentuk dan dibina boleh melakukan kedua-dua proses tersebut di dalam reaktor yang sama. Loji pandu tersebut berkeupayaan menghasilkan 10 kg arang bagi setiap kelompok suapan 25 kg tempurung kelapa dan 13.5 kg karbon teraktif daripada 15 kg arang. Rekabentuk pemerangkap bahan meruap yang menggunakan prinsip siklon berkeupayaan memeluwap dan mengurapulkan kebanyakan bahan meruap yang terdapat dalam gas buangan. Dengan itu mengurangkan pencemaran udara semasa proses sedang dijalankan.

ABSTRACT

Activated carbon is an adsorbent which can be used in a variety of applications. The two important processes involved in the production of activated carbon are carbonization and activation. The pilot plant was designed and built to do both processes in the same reactor. The pilot plant was able to produce 10 kg charcoal from a batch feed of 25 kg charcoal. The volatile matter traps designed using the cyclone principle were able to condense and collect most of the volatile matter from the waste gases. As a result air pollution was reduced when the pilot plant was in operation.

PENGENALAN

Sektor pertanian di Malaysia banyak mengeluarkan buangan pertanian yang dihasilkan oleh proses pengeluaran pertanian. Pembuangan tempurung kelapa dengan kuantiti yang banyak boleh dilihat di kawasan-kawasan kampung, kedai-kedai runcit dan di kebun-kebun kelapa yang menghasilkan kopra. Keadaan pembuangan ini menjadi lebih serius kerana harga borong buah kelapa tua amat rendah dan terdapat pekebun membiarkan buah kelapa tanpa digunakan. Masa kini ada penduduk kampung yang menukarkan tempurung kelapa kepada arang dan arang tersebut digunakan sebagai bahan api domestik. Di kilang-kilang pemprosesan buah sawit, tempurung sawit biasanya digunakan sebagai bahan api bagi dandang di kilang tersebut. Namun terdapat kilang-kilang pemprosesan buah sawit menghasilkan tempurung sawit yang berlebihan. Lebihan tempurung sawit ini dibuang di tepi-tepi jalan berhampiran dengan kilang berkenaan. Pemprosesan buah padi kepada beras menghasilkan sekam padi yang banyak dan menimbulkan masalah pembuangan. Bahan pembuangan pertanian yang telah dinyatakan mempunyai bahan berkarbon yang tinggi dan seterusnya mereka mempunyai potensi untuk ditukarkan kepada karbon teraktif.

Pada masa ini Malaysia masih mengimport karbon teraktif daripada negara luar bagi menampung keperluan penggunaan di dalam negara. Sekarang ini terdapat dua buah kilang yang menghasilkan karbon teraktif di Malaysia. Kilang Century Chemical Works Sdn. Bhd. yang dipunyai oleh Jepun mengeksport 85% keluaran karbon teraktif daripada kilang tersebut. Kilang ini menggunakan arang habuk gergaji sebagai bahan mentah. Kilang Pacific Carbon Sdn. Bhd. pula mengeksport kesemua keluaran karbon teraktif mereka. Kilang ini menggunakan tempurung sawit sebagai bahan mentah.

Karbon teraktif merupakan berbagai bentuk karbon yang telah dikenakan rawatan atau pengaktifan untuk memberikan luas permukaan karbon tersebut dalam julat 300 - 2500 m²/g. Luas permukaan yang besar ini menunjukkan bahan struktur liang dalaman terbentuk dengan sempurna. Struktur begini membolehkan karbon teraktif menyerap gas dan wap atau cecair. Sifat karbon teraktif yang unik ini membolehkan ia digunakan untuk tujuan penulenan berbagai bahan. Teknologi masa kini memerlukan pengeluaran yang banyak karbon teraktif dengan ciri-ciri yang sesuai untuk kegunaan tertentu. Secara amnya karbon teraktif yang digunakan untuk kebanyakan tujuan biasa (bahan penyerap, penyokong mangkin dan lain-lain) mesti mempunyai muatan penyerapan, kekuatan mekanik dan ketulenan kimia yang mencukupi. Juga, penentuan-penentuan ini perlu dicapai dengan kos pengeluaran yang rendah.

OBJEKTIF

Objektif penyelidikan adalah seperti berikut:-

1. Merekabentuk dan membina loji bersaiz industri kecil dan dengan kos yang rendah supaya dapat dibina dan dikendalikan oleh koperasi di kampung-kampung. Dengan itu dapat menambah pendapatan penduduk kampung.
2. Untuk mengeksploitasi bahan buangan pertanian dengan menukarkan kepada bahan bernilai (karbon teraktif)
3. Rekabentuk dan pengendalian loji adalah mudah dan tidak sofistikated.

BAHAN DAN KAEDAH

Rekabentuk loji pandu adalah merangkumi sistem suapan bahan mentah, sistem suapan gas pembendaliran, sistem pemanasan yang terdiri daripada penunu dan relau bertiup, sistem pengumpulan bahan meruap, reaktor pengaktifan dan juga sistem kawalan serta instrumentasi. Rajah 1.0 menunjukkan rekaletak loji pandu penghasilan karbon teraktif yang telah direkabentuk dan dibina. Relau bertiup terdiri daripada bahagian atas, tengah dan bahagian bawah. Tiap-tiap bahagian disambungkan dengan bebibir, gasket serta skru dan nat. Ini memudahkan pembinaan dan pemasangan relau tersebut.

Reaktor dibina daripada tiub keluli tahan karat dengan garis pusat dalam 20 cm dan diletakkan di dalam kebuk relau bertiup. Bahagian atas reaktor dihubungkan dengan corong tuang untuk masukan bahan suap dan dengan saluran keluar gas hasil proses pengkarbonan dan pengaktifan. Saluran gas ini berhubung terus dengan sistem pemerangkap bahan meruap.

Sistem suapan gas pembendaliran terdiri daripada dandang stim, saluran paip stim dan plat pengagih. Fungsi utama pengagih, adalah untuk mengujudkan gas pembendaliran daripada dasarnya. Ia juga bertindak sebagai penyokong terhadap beban yang dikenakan ke atasnya.

Sistem pengumpulan bahan meruap terdiri daripada 4 buah perangkap berbentuk siklon yang dipasang secara bersiri. Kesemua siklon dibina dengan saiz yang berbeza dan disusun dengan saiz yang besar terlebih dahulu dan berakhir dengan saiz yang paling kecil.

Beberapa parameter pengoperasian loji pandu sama ada digunakan untuk proses pengkarbonan atau pengaktifan perlu dikawal supaya dapat memenuhi keadaan pengoperasian yang ditetapkan. Parameter terdiri daripada kadar suapan stim pembendaliran, suhu lapisan di dalam reaktor dan jangkamasa pengoperasian.

Bahan mentah buangan pertanian yang telah digunakan ialah tempurung kelapa. Tempurung kelapa dihancurkan terlebih dahulu sebelum proses pengkarbonan. Proses pengkarbonan dimulakan dengan memasukkan bahan mentah ke dalam reaktor. Pemanasan dilakukan secara luaran sehingga suhu di dalam reaktor mencapai ke tahap yang dikehendaki. Penunu ditempatkan secara mentangan pada relau bertiup supaya gas pembakaran yang panas hasil daripada pembakaran bahan api diesel bergerak secara vorteks mengelilingi reaktor. Bahan meruap bertar terhasil di sepanjang proses pengkarbonan dijalankan. Bahan meruap yang panas akan semakin sejuk semasa berada dalam aliran vorteks di dalam siklon dan seterusnya menyentuh dinding siklon. Pecahan yang berat memeluwap dan terkumpul di dalam siklon yang pertama. Pecahan-pecahan yang berikutnya terkumpul di dalam siklon berdasarkan suhu pemeluwapan dan keadaan asal masing-masing. Gas buangan yang terpeluwap mengandungi hasil sampingan yang berharga seperti metanol, aseton, asid asetik, asid propionik, asid butirik, tar, cecair bertar dan kreosol. Kreosot adalah satu campuran yang mengandungi kreosol, fenol dan eter fenol. Tar mengandungi 60 - 70 % fenol campuran dan mempunyai sifat racun serangga dan racun kulat. Dengan rawatan yang sesuai tar juga boleh digunakan sebagai cat hindar air bagi papan yang digunakan untuk pembuatan bot. Asid asetik pula boleh digunakan sebagai bahan pengental dalam industri getah asli.

Proses pengaktifan dilakukan pada suhu 800 °C dan menggunakan teknik lapisan terbendalir dengan stim sebagai media pembendaliran dan pengaktifan. Saiz arang yang membentuk lapisan diubah mengikut julat 2.37 - 4.0 mm, 4.0 - 4.75 mm dan 4.75 - 6.70 mm. Jangkamasa pengaktifan berubah daripada 18 minit sehingga 60 minit.

HASIL

Karbon teraktif yang dihasilkan adalah jenis berbutir. Penentuan kualiti hasil karbon teraktif dilakukan dengan menggunakan penjerapan larutan metilena biru, larutan iodin dan larutan yang mengandungi minyak bahan api berat. Penentuan lain yang dilakukan ialah penentuan analisis hampiran, penentuan luas permukaan tentu, penentuan pH dan penelitian struktur permukaan di bawah mikroskop elektron imbasan.

Rajah 2.0 menunjukkan penjerapan metilena biru melawan jangkamasa pengaktifan. Prestasi penjerapan iodin karbon teraktif melawan jangkamasa pengaktifan adalah seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.0. Perbandingan pengujian kinetik penjerapan larutan metilena biru telah dibuat dengan karbon teraktif komersial yang berjenama Malbon R4 W10. Telah didapati Malbon R4 W10 mempunyai kadar jerapan yang lebih pantas di samping lebih banyak metilena biru terjerap. Sampel Malbon R4 W10 mempunyai saiz yang lebih halus iaitu < 100 mm berbanding dengan karbon teraktif tempurung kelapa yang dihasilkan mempunyai saiz < 300 mm. Bahan berserbuk yang halus mempunyai permukaan yang lebih luas berbanding dengan bahan yang bersaiz besar. Dengan demikian, karbon teraktif yang halus boleh menyerap dengan lebih pantas. Tambahan

pula Malbon R4 W10 dihasilkan daripada arang habuk gergaji. Karbon teraktif yang dihasilkan daripada arang habuk gergaji telah diketahui boleh menyerap bahan dalam fasa cecair dengan lebih baik.

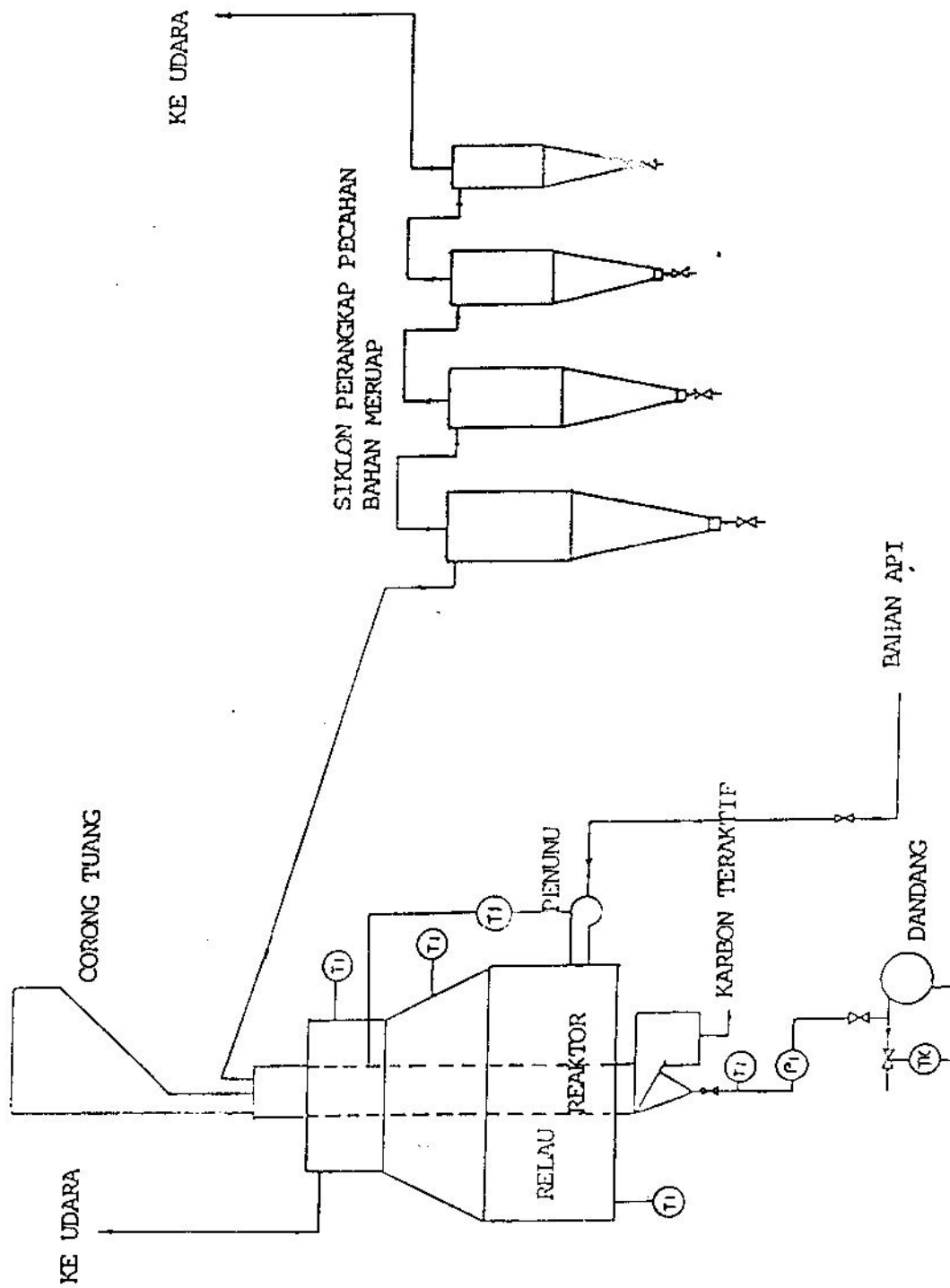
Pengujian penyerapan minyak bahan api berat daripada campuran minyak dan air oleh karbon teraktif yang dihasilkan mendapati % minyak terjerap adalah 96.8 bagi laluan yang pertama. Rajah 5.0 memberi hubungan antara % minyak terjerap dan isipadu sampel campuran air dan minyak. Pengujian menggunakan turus yang mempunyai garispusat dalam 9 cm dan ketinggian lapisan karbon teraktif berbutir adalah 11 cm.

Rajah 6.0 memberi perubahan luas permukaan tentu karbon teraktif dengan jangkamasa pengaktifan dan saiz asal karbon teraktif. Rajah 7.0 menunjukkan struktur permukaan arang tempurung manakala Rajah 8.0 dan Rajah 9.0 memberi struktur permukaan karbon teraktif.

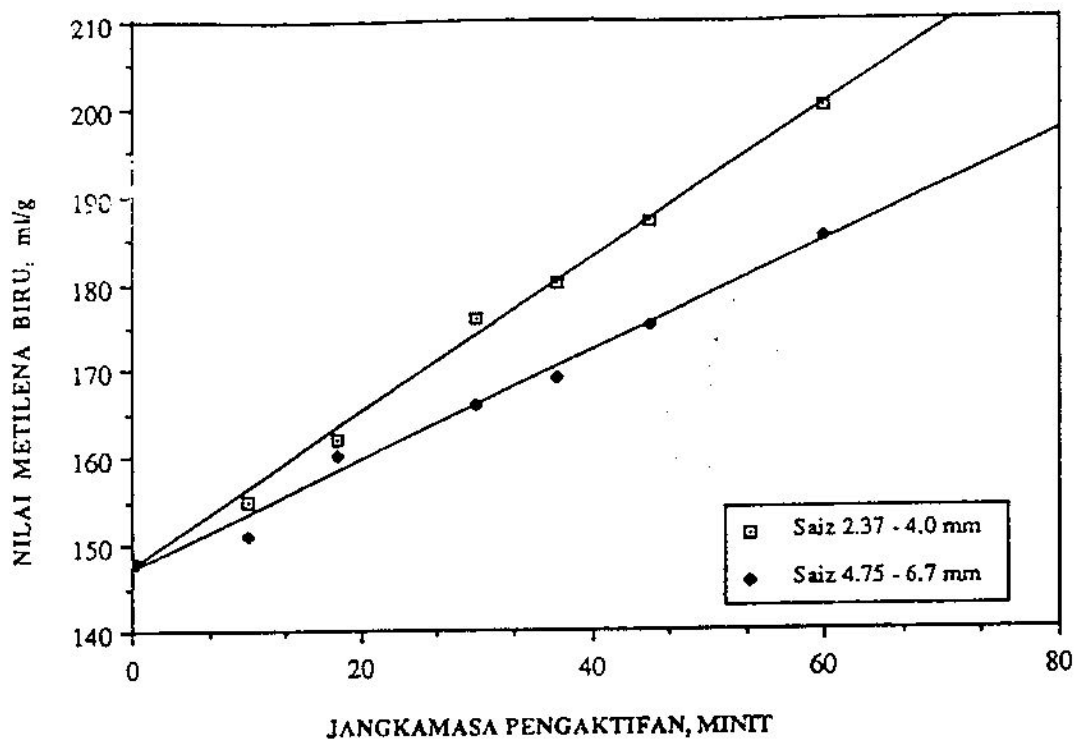
Jadual 1 menunjukkan analisis hampiran karbon teraktif dengan saiz asal 4.0 - 4.75 mm dan jangkamasa pengaktifan selama 60 minit. Rajah 10.0 pula menunjukkan perubahan nilai karbon tetap karbon teraktif dengan jangkamasa pengaktifan. Nilai pH karbon teraktif yang dihasilkan adalah dalam julat 7.5 - 9.5. Nilai pH adalah tidak dipengaruhi oleh jangkamasa pengaktifan atau saiz asal zarah karbon teraktif.

Kebaikan rekabentuk logi pandu yang dibina adalah seperti berikut:

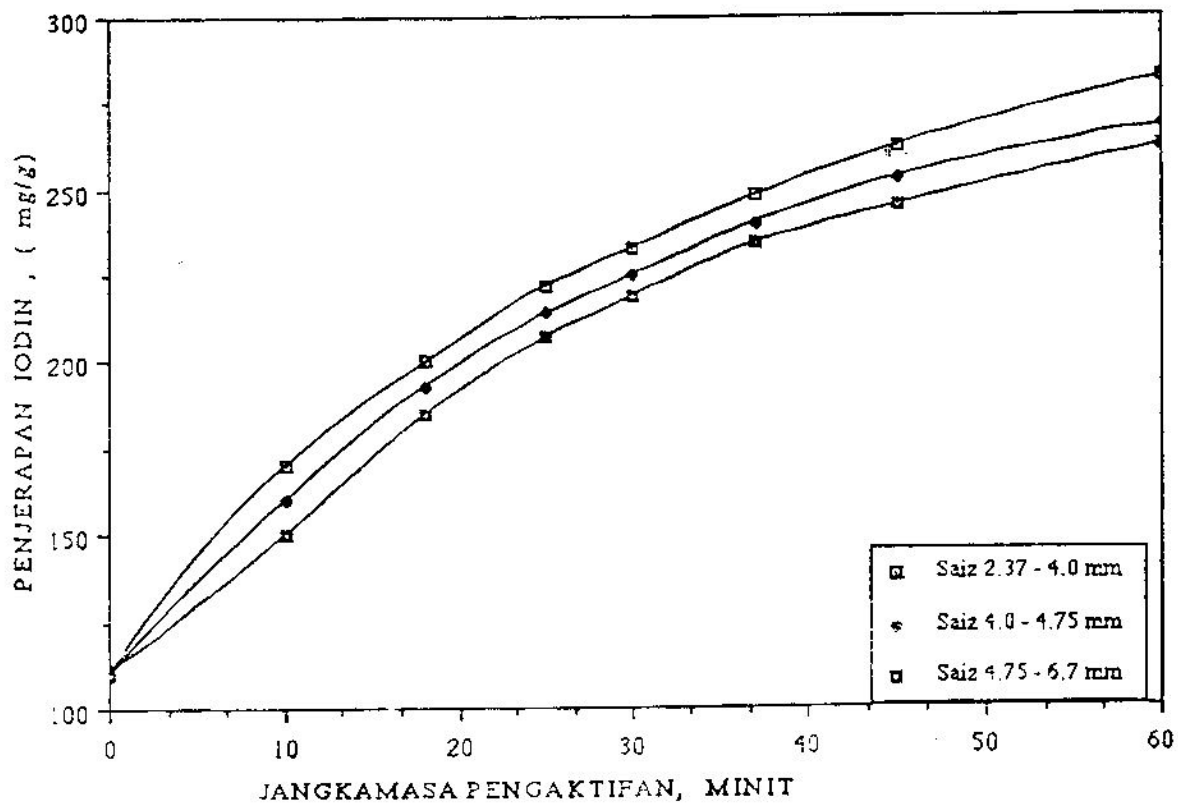
1. Kos modal pembinaan dan pengendalian adalah rendah. Ini membolehkan loji dibina di kampung-kampung oleh koperasi-koperasi tertentu.
2. Dapat mempertingkatkan ekonomi penduduk luar bandar yang banyak bergantung kepada sumber pertanian.
3. Menaikkan nilai bahan buangan yang mungkin terbiar kepada bahan yang bernilai (karbon teraktif).
4. Sistem pengeluaran karbon teraktif yang direkabentuk dapat mengurangkan pencemaran udara jika dibandingkan dengan proses yang ada sekarang ini.
5. Selain daripada tempurung kelapa loji yang direkabentuk boleh menggunakan lain-lain bahan mentah seperti tempurung sawit, sekam padi, kulit koko dan potongan bahan kayu.



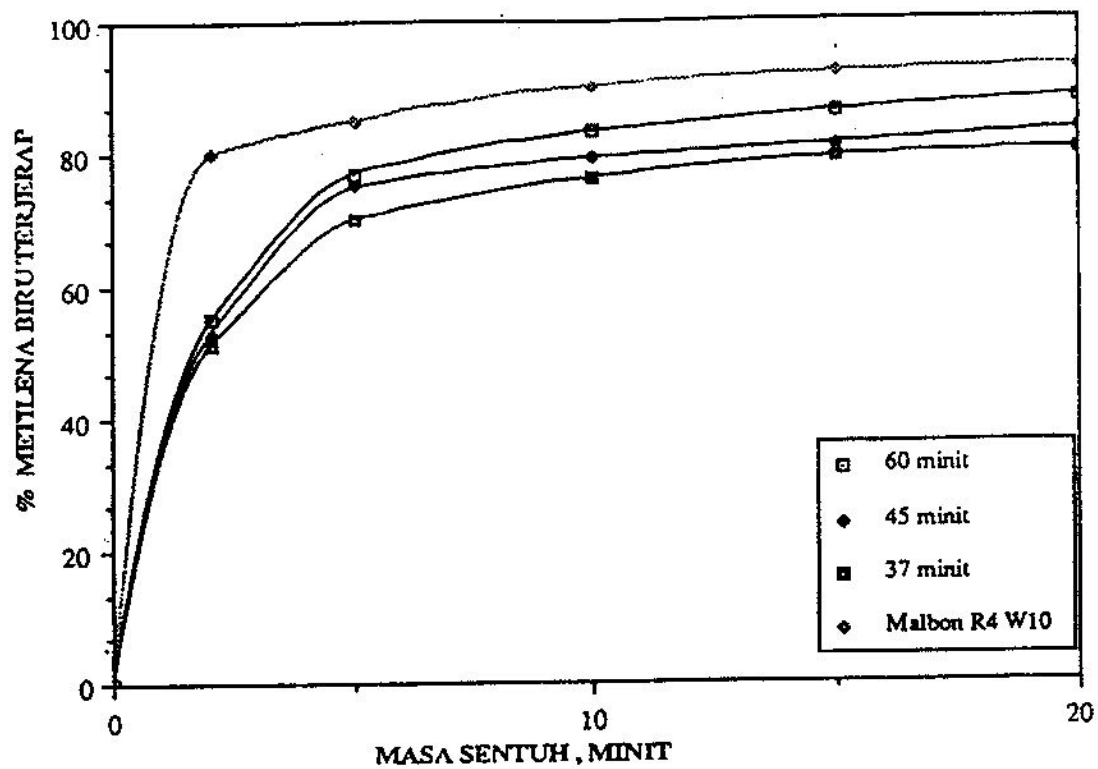
Rajah 1.0: Rekaletak loji pandu pengaktifan



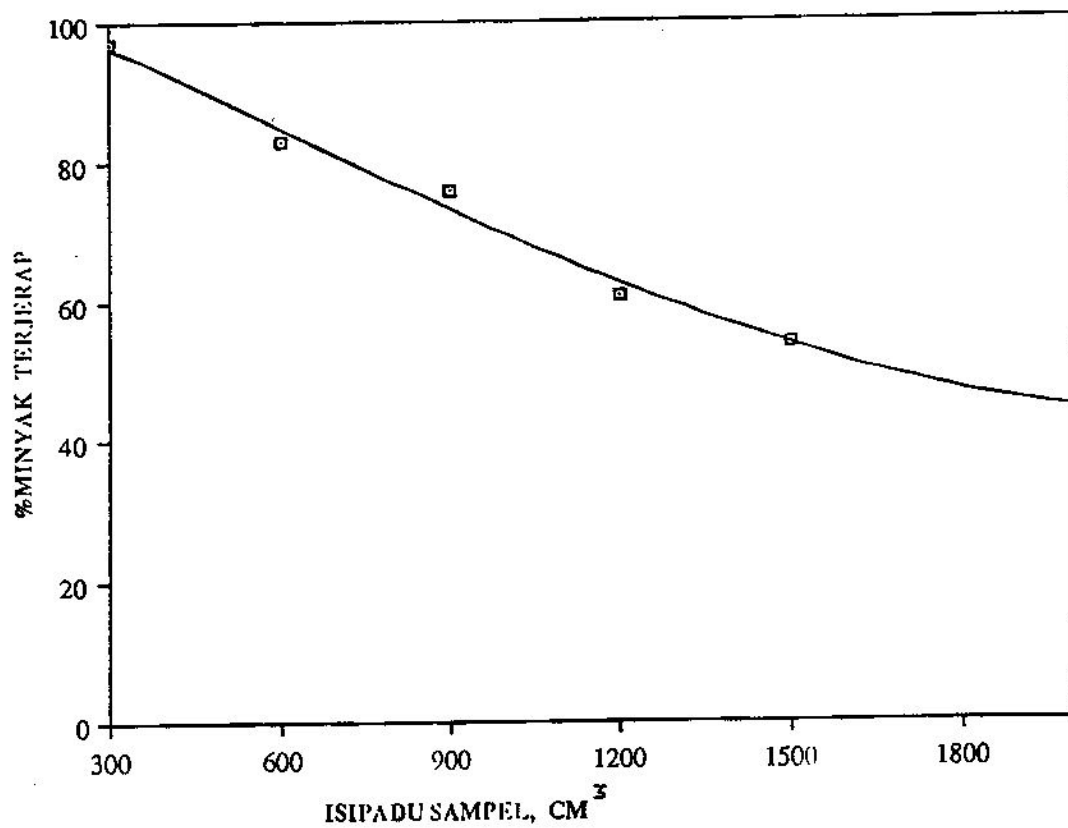
Rajah 2.0: Penjerapan metilena biru melawan jangkamasa pengaktifan.



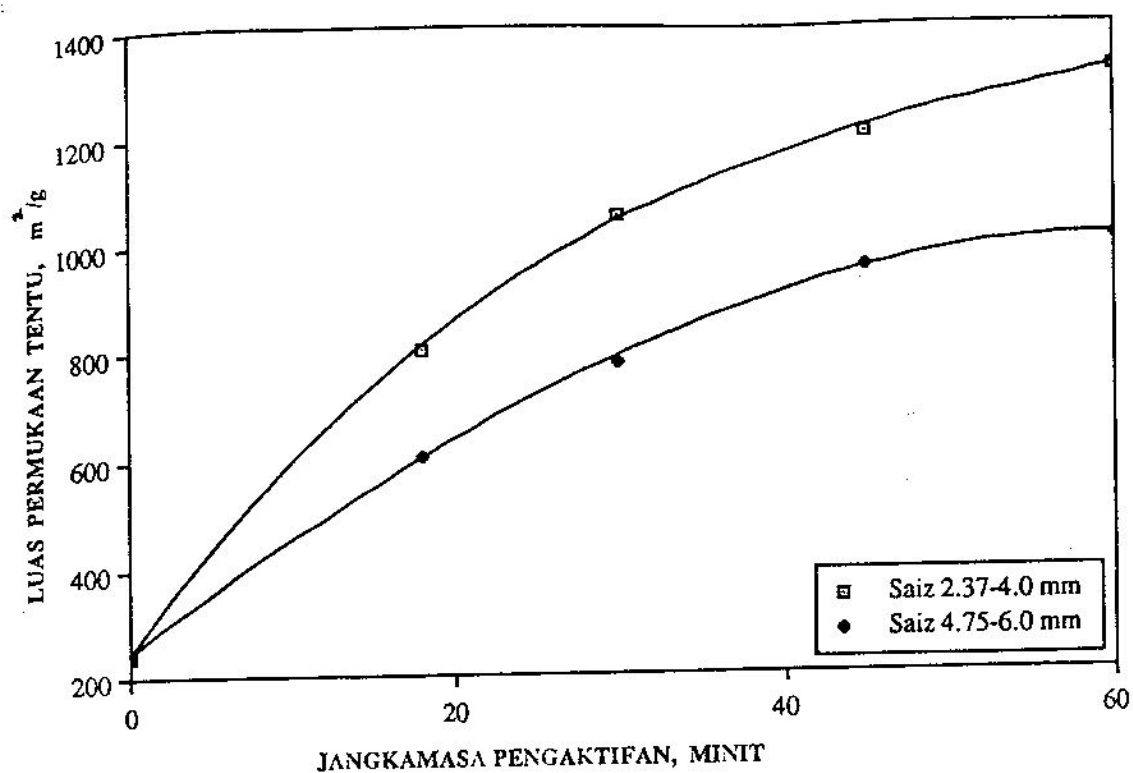
Rajah 3.0: Prestasi penjerapan iodin karbon teraktif melawan jangkamasa pengaktifan



Rajah 4.0: Kinetik penjerapan metilena biru bagi karbon teraktif yang dihasilkan dan malbon R4 W10



Rajah 5.0: Peratus minyak bahan api terjerap melawan isipadu campuran air dan minyak.



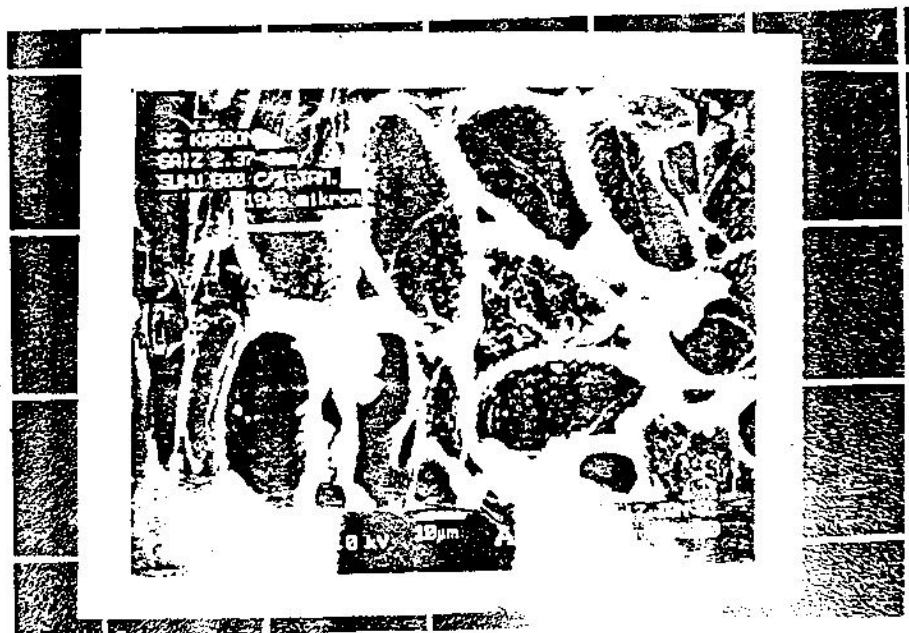
Rajah 6.0: Luas permukaan tentu Karbon Teraktif melawan jangkaan pengaktifan



Rajah 7.0: Struktur permukaan arang liang-liang (jumlah dan saiz) kelihatan tidak terbentuk dengan jelas



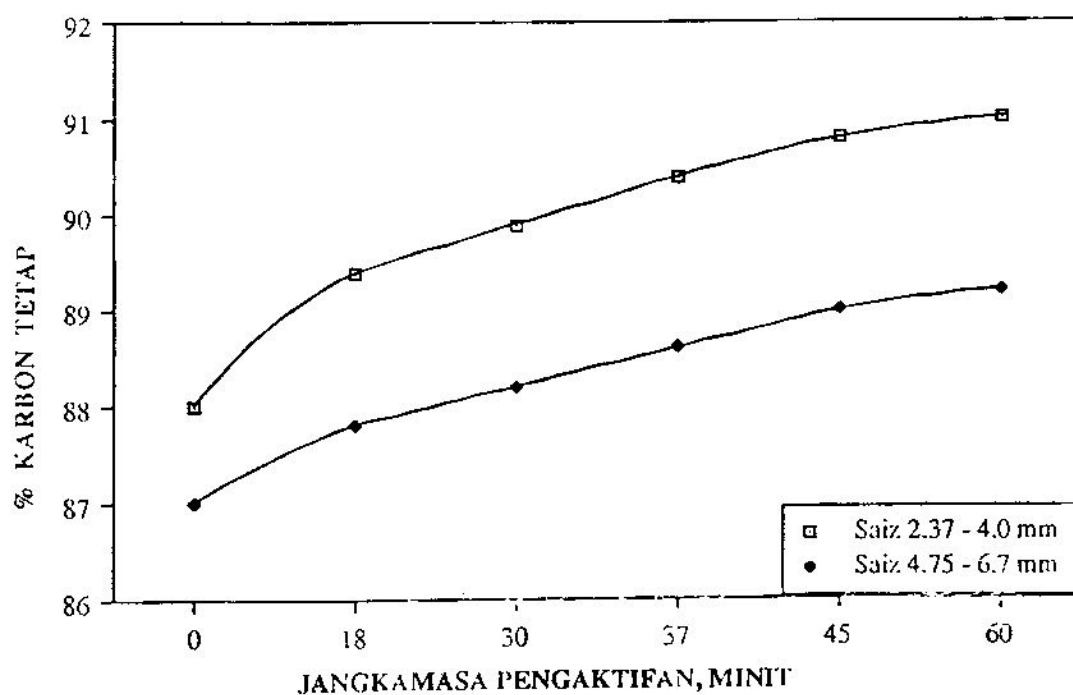
Rajah 8.0: Struktur permukaan Karbon Teraktif selepas 18 minit jangkamasa pengaktifan.
Liang-liang mula terbentuk



Rajah 9.0: Struktur permukaan Karbon Teraktif selepas 60 minit jangkamasa pengaktifan.
Liang-liang besar jelas kelihatan.

Jadual 1: Analisis hampiran Karbon Teraktif dengan saiz asal 4.0 - 4.75 mm dan jangkamasa pengaktifan 60 minit.

KOMPONEN	%
Kelengasan	6.45
Abu	0.39
Jirim meruap	5.69
Karbon tetap	87.47
Jumlah	100.00



Rajah 10.0: Perubahan Karbon tetap Karbon Teraktif melawan jangkamasa pengaktifan.

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya loji pandu yang direkabentuk untuk mengeksplotasi bahan-bahan buangan pertanian berkeupayaan menghasilkan karbon teraktif yang berkualiti daripada tempurung kelapa.

Jangkamasa pengaktifan yang lebih lama pada suhu yang tinggi meningkatkan pelepasan bahan-bahan meruap dan mengakibatkan nilai karbon tetap karbon teraktif bertambah. Jangkamasa pengaktifan yang lebih lama juga meningkatkan keupayaan penyerapan karbon teraktif.

KAJIAN PENYELIDIKAN SELANJUTNYA

Kajian ke atas bahan buangan tempurung sawit sedang dijalankan. Lain-lain bahan buangan yang dirancang untuk ditukarkan kepada karbon teraktif ialah sekam padi dan kulit koko. Penyelidikan yang lebih terperinci di samping pengubahsuaian rekabentuk loji akan dijalankan untuk mendapatkan penghasilan yang optimum dan berkualiti.

PENGHARGAAN

Pengarang ingin mengucapkan terima kasih kepada juruteknik-juruteknik Arshad Abu Hassan, Suid Sahman dan Yahya Khalid yang telah banyak membantu dalam menjalankan penyelidikan ini.

RUJUKAN

1. Hassler, John W. (1974). *Purification with activated carbon*. 3rd. ed. New York: Chemical Publishing Co. Inc.
2. Rodrigues - Reinnoso, F., Lopez - Gonzalez, J.D. and Berenguer, C. (1984). Activated carbons from almond shell - 1. *Carbon*. Vol 20, No. 6, 513-518.
3. Ku Halim Ku Hamid, Normah Mulop dan Ramlan Abd. Aziz. (1991). Penghasilan karbon teraktif menggunakan loji pandu relau bertiup. Kertaskerja yang dibentangkan di Seminar Kebangsaan Berkenaan Kemajuan Dalam Bidang Sains Terma. Universiti Teknologi Malaysia, Sekudai, Johor, April 1991.
4. Normah Mulop, Ku Halim Ku Hamid dan Ramlan Abd. Aziz. (1991). Characteristics of granular activated carbon from UTM pilot plant. Kertaskerja yang dibentangkan di Second Particulate Technology Conference. Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur, August 1991.
5. British Standard Institution. (1973). Analysis and testing of coal and coke. Part 4. London. (BS 1016).

6. Maklumat daripada Century Chemical Works Sdn. Bhd. (1990). New testing procedures for iodine adsorption performance. Examination methods for powder activated carbon for water works, (JWWA K113-1985).
7. Malaysian Standard. (1984). Specification for powdered activated carbon. Kuala Lumpur. (MS 873).
8. Messer, Leonad (1981). Method of making activated carbon. (US patent 4,268,417).